

?† S1/5/ALL

1/5/1  
DIALOG(R)File 347:JAPIO  
(c) 2000 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04938700 \*\*Image available\*\*  
OPTICAL TRANSMISSION METHOD

PUB. NO.: 07-231300 [JP 7231300 A]  
PUBLISHED: August 29, 1995 (19950829)  
INVENTOR(s): OMURA HIDEYUKI  
MATSUO NOZOMI  
SHINODA YUKIHISA  
SUDO SHIGEO  
APPLICANT(s): FURUKAWA ELECTRIC CO LTD THE [000529] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)  
TOKYO ELECTRIC POWER CO INC THE [330194] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)  
APPL. NO.: 06-041902 [JP 9441902]  
FILED: February 16, 1994 (19940216)  
INTL CLASS: [6] H04B-010/08; H04B-010/02; H04B-010/18  
JAPIO CLASS: 44.2 (COMMUNICATION -- Transmission Systems)  
JAPIO KEYWORD:R002 (LASERS); R012 (OPTICAL FIBERS)

#### ABSTRACT

PURPOSE: To form an optical transmission method in which a light source is used in the normal state, the deterioration in transmission quality due to the effect of a beat signal is suppressed and optical multiplexity is not reduced.

CONSTITUTION: In the optical transmission method where two optical signals or over whose wavelength differs are sent through an optical fiber 1 through a multiplexing way, a shortest wavelength difference of the two optical signals or over is selected within a range of 0.2nm or over and 30nm or below, or 0.2nm or over and 1nm or below. A light source whose illuminance spectrum half width (beam width) is 10MHz or over and 100MHz or below is used for a light source 2 for an optical signal sent through the optical fiber 1. The optical signals whose wavelength differs sent from each of two terminal stations or over are coupled optically by the optical fiber 1 and the signals are sent through the fiber 1.

(19) 日本国特許庁 (JP)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7 - 2 3 1 3 0 0

(43) 公開日 平成 7 年 (1995) 8 月 29 日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 B 10/08

10/02

10/18

9372-5 K

H 0 4 B

9/00

K

9372-5 K

M

審査請求 未請求 請求項の数 4

F D

(全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平 6-41902

(22) 出願日

平成 6 年 (1994) 2 月 16 日

(71) 出願人

000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号

(71) 出願人

000003687

東京電力株式会社

東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号

(72) 発明者

大村 英之

東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河  
電気工業株式会社内

(72) 発明者

松尾 望

東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河  
電気工業株式会社内

(74) 代理人

弁理士 小林 正治

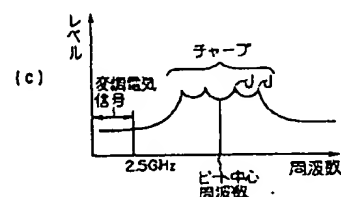
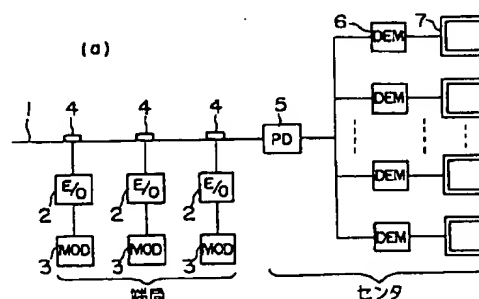
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光伝送方法

(57) 【要約】

【目的】 光源を通常状態で使用でき、ビート信号の影響による伝送品質の劣化を抑制でき、しかも光多重度が低下しない光伝送方法を提供する。

【構成】 請求項 1 の発明では波長の異なる二以上の光信号を図 1 のように一本の光ファイバ 1 により多重伝送する光伝送方法において、二以上の光信号の最短波長差を 0.2 nm 以上、30 nm 以下の範囲にした。請求項 2 の発明では同最短波長差を 0.2 nm 以上、1 nm 以下とした。請求項 3 の発明では光ファイバ 1 により伝送される光信号の光源 2 に、その発光スペクトル半値幅 (線幅) が 10 MHz 以上、100 MHz 以下の光源を使用するようにした。二以上の端局の夫々から送られる波長の異なる光信号を、光カプラにより一本の光ファイバ 1 に光結合して同ファイバ 1 により伝送するようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 波長の異なる二以上の光信号を一本の光ファイバ (1) により伝送する光伝送方法において、その二以上の光信号の最短波長差を 0.2 nm 以上、30 nm 以下の範囲にしたことを特徴とする光伝送方法。

【請求項 2】 波長の異なる二以上の光信号を一本の光ファイバ (1) により伝送する光伝送方法において、その二以上の光信号の最短波長差を 0.2 nm 以上、1 nm 以下の範囲にしたことを特徴とする光伝送方法。

【請求項 3】 請求項 1 の光伝送方法において、光ファイバ (1) により伝送される光信号の光源 (2) に、その発光スペクトル半値幅が 10 MHz 以上、100 MHz 以下の光源を使用することを特徴とする光伝送方法。

【請求項 4】 二以上の端局の夫々から送られる波長の異なる光信号を、光プラにより一本の光ファイバ

(1) に光結合して同ファイバ (1) により伝送するようにしたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 又は請求項 3 の光伝送方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は波長の異なる二以上の光信号を 1 本の光ファイバにより多重伝送する光伝送方法に関するものであり、例えば、送電線が架設された鉄塔の監視を行う場合に、各鉄塔から波長の異なる光信号 (監視信号) を 1 本の光ファイバに送り出して監視所に伝送する場合等に利用されるものである。

## 【0002】

【従来の技術】 図 6 に示すように端局 A の複数の光源 (E/O 変換器: 例えば LD) B から送信される波長の異なる光信号 (例えば映像信号) を端局 A の変調器 C により強度変調し、光プラ D を介して一本の光伝送路 (光ファイバ) E に送り込んでセンタ F に多重伝送し、センタ F の受光器 (例えば PD) G で検波してから二以上に分配し、それをチューナ H により復調してモニタテレビ I で受像するようにした光伝送方法は従来からある。

【0003】 図 1 のように波長の異なる複数の光信号を一本の光ファイバ E により多重伝送する方法では、受光器 G において波長の異なる二以上の光信号の相互干渉により例えば図 2 (a) の様にビート信号 J が発生する。ビート信号 J の発生周波数帯は一本の光ファイバ E で伝送される二以上の光信号の波長差に応じて変化する。

【0004】 ビート信号 J が変調器 C の変調をかける電気信号と同一周波数帯に発生すると電気信号の伝送品質が著しく劣化する。また、ビート信号 J は光信号が電気信号で強度変調されるとその変調度によって図 2 (b) の様に周波数方向に広がる (チャージングを起こす)。この場合、ビート信号 J が光信号の通信帯域 (例えば図 2 (b) のサブキャリア伝送帯域) にまで広がると電気信号の伝送品質が劣化する。

【0005】 また、ビート信号の発生は光源から発生される光のスペクトル半値幅 (線幅) によっても異なる。線幅が広くなると波長の異なる二以上の光の波長差が実質的に狭くなったのと同様になり、ビート信号が発生し易くなる。

【0006】 前記の電気信号の伝送品質の劣化の度合を緩和するためには次の様な方法が考えられる。

■. 一本の光ファイバ E により多重伝送される二以上の光信号の波長を十分離して (波長間隔を広くして) ビート信号の発生を少なくすること。

■. 光信号の波長を制御するために光源 (例えばレーザダイオード: LD) の温度を制御すること。この場合、DFBLD 等では 1℃ に対して 1 nm 程度波長が変化する。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、前記 ■ の方法では夫々次の様な問題がある。前記 ■ の方法では波長間隔を極端に広くすると光信号の多重度が低下する。前記 ■ の方法では LD 温度の変化によって波長差を大きくするため、温度を極端に変化させると LD 出力の低下、或はバイアス電流の変化を招き、LD を通常状態で使用することができない。ちなみに、出力レベルが一定の場合の DFBLD レーザ温度と線幅及び順方向電流の関係は図 3 に示す通りであり、バイアス電流が一定の場合の DFBLD レーザ温度と線幅及び光出力の関係は図 4 に示す通りである。即ち、出力レベル (Po) が一定になるように温度を制御すると図 3 に示す様にバイアス電流が変化し、バイアス電流 (If) を一定にして温度を制御すると図 4 に示す様に出力レベルが変化する。この場合、バイアス電流が通常状態よりも著しく多くなると LD の寿命が短くなり、バイアス電流が通常状態よりも著しく低くなると LD 出力が大幅に低下する。また、LD 出力が大幅に低下すると線幅が広がり (波長間隔が狭くなったのと同様になり) ビート信号が発生し易くなる。

【0008】 本発明の目的はビート信号の影響による電気信号の伝送品質の劣化を抑えることができ、LD を通常状態で使用でき、しかも光多重度が低下しない光伝送方法を提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明のうち請求項 1 の光伝送方法は波長の異なる二以上の光信号を一本の光ファイバにより伝送する光伝送方法において、その二以上の光信号の最短波長差 (図 1 (b) の  $\omega_0$  と  $\omega_1$  の差) を 0.2 nm 以上、30 nm 以下の範囲にしたことを特徴とするものである。

【0010】 本発明のうち請求項 2 の光伝送方法は波長の異なる二以上の光信号を一本の光ファイバにより伝送する光伝送方法において、その二以上の光信号の最短波長差を 0.2 nm 以上、1 nm 以下の範囲にしたことを特徴とするものである。

信号が発生する。ビート信号が図 1 の変調器 3 から送出される変調用電気信号の周波数帯域に発生すると伝送品質が著しく劣化する。ビート信号の発生周波数は光ファイバ 1 内に多重される光信号の波長差に応じて決まり、前記の様に 1 nm の波長差に対して 125 GHz の位置に発生する。従って、0.2 nm の波長間隔で光信号を配列したときのビート信号の発生周波数は 25 GHz となるため強度変調度が 100% であっても、現状の変調用電気信号の周波数帯域の上限である 2.5 GHz 付近の伝送品質劣化は抑制される。このとき、光源 2 の線幅が 10 MHz 以上、100 MHz 以下であれば、2.5 GHz 付近の伝送品質劣化はなお一層抑制される。

【0022】波長間隔が 0.2 nm よりも接近すると、光信号の波形から考えた場合、図 4 に示すようにビート信号周波数に対する相対強度雑音 (RIN) レベルが急激に変化し、伝送品質が劣化することが予想されるので、波長間隔を 0.2 nm よりも狭くして多重することはできない。従って、0.2 nm の波長間隔で光信号を配列することが多重度の面からもビート信号の発生周波数帯域の面からも望ましい。

【0023】また、波長を制御するために LD 温度を変化させる方法を用いると、出力レベルを一定にする場合は LD 温度に従ってバイアス電流が変化し、バイアス電流を一定にする場合は出力レベルが変化する。バイアス電流及び出力レベルの変化は LD 寿命に関係するので、なるべく通常状態で使用することが望ましい。光源を通常状態で使用でき、且つそれから発生される光信号の波長を光通信の伝送帯域に影響の無いビート信号が発生するように設定するためには、波長間隔の上限を 1 nm 程度とするのが望ましい。

【0024】本発明では前記の根拠に基づいて最短波長差の下限を 0.2 nm、上限を 1 nm に規定した。また、光源 2 の線幅を 10 MHz 以上、100 MHz 以下に規定した。

【0025】

【実施例 2】本発明のうち請求項 2 では波長間隔を 0.2 nm ~ 1 nm、光源の線幅を 10 MHz ~ 100 MHz としてあるが、この範囲であれば光源の半値幅に比例

して波長間隔を変えることができる。

【0026】

【発明の効果】請求項 1 の発明では一本の光ファイバで伝送される波長の異なる二以上の光信号の波長間隔を 0.2 nm ~ 30 nm、請求項 2 の発明では 0.2 nm ~ 1 nm と規定したので、光多重度が大きく損なわれることがなく、光源 (LD) を通常状態で使用することもでき、しかも伝送品質の劣化も抑えられる。

【0027】請求項 3 の発明では波長間隔を 0.2 nm ~ 1 nm とし、更に光源の線幅を 10 MHz ~ 100 MHz と規定したので、請求項 1 の場合と同様に光多重度が大きく損なわれることがなく、光源 (LD) を通常状態で使用することもでき、伝送品質の劣化が請求項 1 の場合よりも一層低く抑えられる。

【0028】請求項 4 の発明では二以上の端局の夫々から送られる波長の異なる光信号を、光カプラにより一本の光ファイバに光結合して同ファイバにより伝送するマルチドロップシステムにおいて、請求項 1 又は請求項 2 又は請求項 3 と同様にビート信号が発生しにくくなり、電気信号の伝送品質のビートによる劣化が抑制される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】(a) は本発明の光伝送方法の一例を示す説明図、(b) は光ファイバで多重伝送される光信号の波長間隔の説明図、(c) はビート信号と変調電気信号との関係を示す説明図。

【図 2】(a) はビート信号の説明図、(b) はビート信号のチャージングの説明図。

【図 3】出力レベルが一定の場合の DFB レーザ温度と線幅及び順方向電流の関係を示す説明図。

【図 4】バイアス電流が一定の場合の DFB レーザ温度と線幅及び光出力の関係を示す説明図。

【図 5】ビート周波数に対する相対強度雑音 (RIN) の変化の関係を示す説明図。

【図 6】従来のマルチドロップタイプの光伝送方法の説明図。

【符号の説明】

- 1 光ファイバ
- 2 光源

【0011】本発明のうち請求項3の光伝送方法は請求項1の光伝送方法において、光ファイバにより伝送される光信号の光源に、その発光スペクトル半値幅（線幅）が10MHz以上、100MHz以下の光源（例えばレーザダイオード：LD）を使用することを特徴とするものである。

【0012】本発明のうち請求項4の光伝送方法は請求項1又は請求項2又は請求項3の光伝送方法において、二以上の端局の夫々から送られる波長の異なる光信号を、光カプラにより一本の光ファイバに光結合して同ファイバにより伝送するようにしたことを特徴とするものである。

【0013】

【作用】本発明の請求項1、2の光伝送方法では図1の\*

$$\begin{aligned} \{E_0(t) + E_1(t)\}^2 &= A_0^2 \sin^2(\omega_0 t) + A_1^2 \sin^2(\omega_1 t) \\ &+ 2A_0 A_1 \{\cos(\omega_0 - \omega_1)t - \cos(\omega_0 + \omega_1)t\} \end{aligned} \quad \dots (1)$$

E：光の電界    A：定数     $\omega$ ：光の波長    t：時間

となり、両波長の差分（ $\omega_0 - \omega_1$ ）が図2（a）のようにビート信号Jとなって表われる。つまり $\lambda \sim 1.55 \mu\text{m}$ のとき光の波長差1nmにおいて125GHzのところにビート信号が発生する。このとき両波長の和分（ $\omega_0 + \omega_1$ ）もビート信号となるがその発生周波数は $\sim 10^{14}\text{Hz}$ と高く、光伝送帯域〔図2（a）サブキャリア伝送帯域〕から外れるので特に問題にならない。

【0015】前記の様にビート信号は光の波長差1nmにおいて125GHzのところに発生するので、波長の異なる二以上の光信号の最短波長差（波長間隔）を0.2nmとして光信号を配列した場合のビート信号Jの発生周波数は25GHz〔例えば図2（a）〕となる。このビート信号Jは光信号が電気信号で強度変調されるとその変調によって図2（b）のようにチャーピングを起こすが、現状において光信号に強度変調をかけている変調器3の電気信号は2.5GHz程度が上限であるので、100%強度変調を前提にし且つチャーピング幅を考慮しても0.2nm以上の波長差があれば、ビート信号Jが変調をかけている電気信号の周波数帯と同一周波数帯に発生する虞れは無い〔図1（c）〕。従って、波長の異なる二以上の光信号の最短波長差を0.2nm以上、1nm以下の範囲にした本発明では電気信号の伝送品質のビートによる劣化が抑制される。

【0016】また、波長間隔の設定をLD部分の温度制御により行なう場合でも、波長の異なる二以上の光信号の波長差の上限を0.5nmとすることにより、LDの出力及びバイアス電流を通常状態と殆ど変わらない状態で使用することができる。従って、波長の異なる二以上の光信号の最短波長差を0.2nm以上、1nm以下の範囲にした本発明では、LDを通常状態で使用することができ、電気信号の伝送品質の劣化が抑制される。

\*変調器3によって変調がかけられた光信号が光源（LD：O/E）2から送出され、光カプラ4を介して光伝送路（光ファイバ）1に送り込まれる。これらの光信号は受光器（PD）5によって検波され、復調器6により復調される。このとき図2（a）の様に光伝送路1で多重伝送される二以上の光信号の波長差（波長 $\lambda_0$ 、 $\lambda_1$ ）に応じたビート信号Jが発生する。発生するビート信号の周波数は次式（1）に示す論理によって決定される。

【0014】 $E_0(t) = A_0 \sin(\omega_0 t) \dots$  PDで検出される波長 $\lambda_0$ の光パワー

$E_1(t) = A_1 \sin(\omega_1 t) \dots$  PDで検出される波長 $\lambda_1$ の光パワー

前記両式より、

$$\begin{aligned} \{E_0(t) + E_1(t)\}^2 &= A_0^2 \sin^2(\omega_0 t) + A_1^2 \sin^2(\omega_1 t) \\ &+ 2A_0 A_1 \{\cos(\omega_0 - \omega_1)t - \cos(\omega_0 + \omega_1)t\} \end{aligned} \quad \dots (1)$$

【0017】また、光アンプを導入した光伝送システムを考えた場合、光アンプが20dB以上増幅できる波長幅は30nm程度である。この面から波長間隔を規定すると最短波長差の上限は30nmとなる。

【0018】本発明のうち請求項3の光伝送方法では、波長の異なる二以上の光信号の最短波長差を0.2nm以上、30nm以下、或は0.2nm以上、1nm以下にするだけでなく、光信号の光源として線幅が10MHz以上、100MHz以下と狭いレーザダイオードを使用するので、線幅が広い場合よりもビート信号が発生しにくくなる。

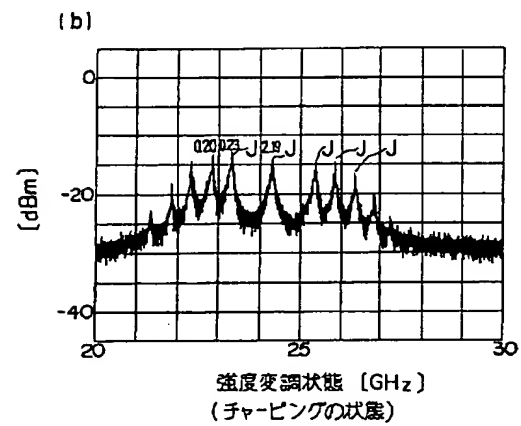
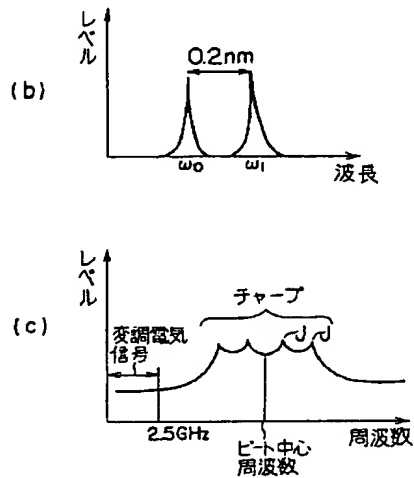
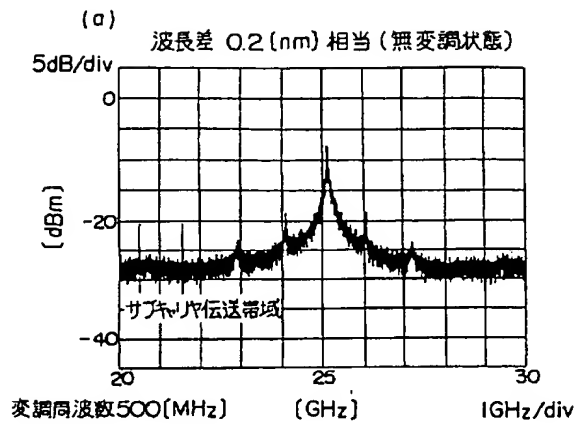
【0019】本発明のうち請求項4の光伝送方法では、二以上の端局の夫々から送られる波長の異なる光信号を、光カプラにより一本の光ファイバに光結合して同ファイバにより伝送するようにしたマルチドロップシステムにおいて、請求項1又は請求項2又は請求項3の作用と同様にビート信号が発生しにくくなり、電気信号の伝送品質のビートによる劣化が抑制される。

【0020】

【実施例1】本発明の光伝送方法の一実施例を図1～図5に基づいて詳細に説明する。本発明は図1に示す様に端局の複数の光源（E/O変換器：例えばLD）2から送信される光信号（例えば映像信号）を端局の変調器3により強度変調し、光カプラ4を介して一本の光伝送路（光ファイバ）1に送り込んで多重伝送し、その光信号をセンタのPD等の受光器5により同時に検波してから二以上に分配し、それらをチューナ6により復調してモニタテレビ7で受像できるようにしてある。この場合、変調器3の変調用の電気信号の周波数は上限2.5GHzとしてある。

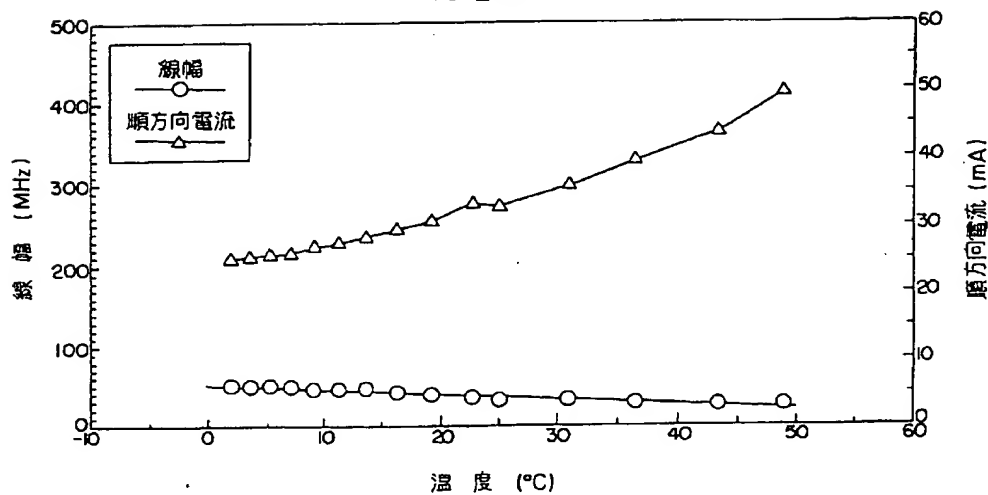
【0021】図1の受光器5において検波するとき、光ファイバ1により伝送される波長の異なる二以上の光の波長差分に相当する周波数に光の相互干渉によるビート

【図 2】

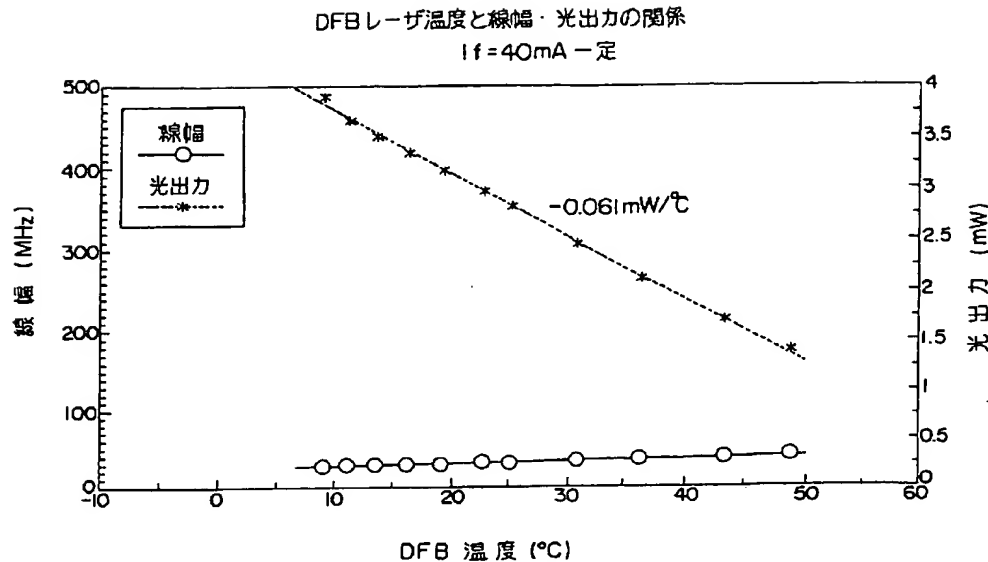


【図 3】

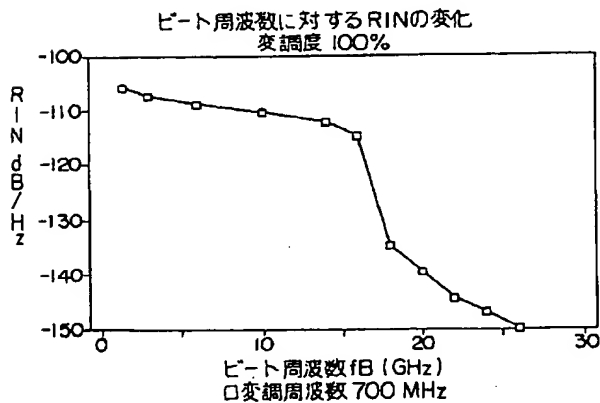
DFBレーザ温度と線幅・順方向電流の関係  
Po=2mW 一定



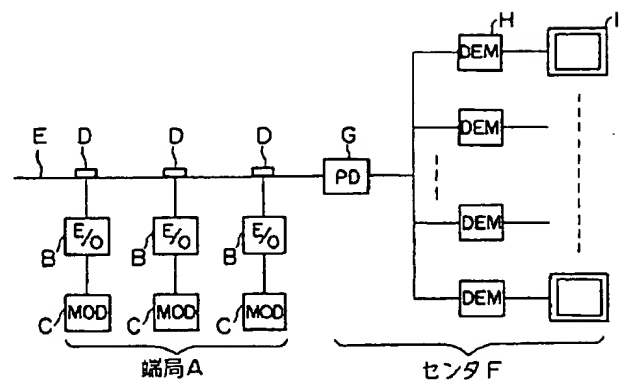
【図 4】



【図 5】



【図 6】



## 【手続補正書】

【提出日】平成 6 年 1 0 月 1 9 日

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 1

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 1】 光源からの光を直接強度変調した波長の異なる二以上の光信号を一本の光ファイバ（1）により伝送して一つの受光器で同時に受光する光伝送方法において、その二以上の光信号の最短波長差を 0.2 nm 以上、30 nm 以下の範囲にしたことを特徴とする光伝送方法。

## 【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 2

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 2】 光源からの光を直接強度変調した波長の異なる二以上の光信号を一本の光ファイバ（1）により伝送して一つの受光器で同時に受光する光伝送方法において、その二以上の光信号の最短波長差を 0.2 nm 以上、1 nm 以下の範囲にしたことを特徴とする光伝送方法。

## 【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正内容】

【0006】前記の電気信号の伝送品質の劣化の度合を緩和するためには次の様な方法が考えられる。

■. 一本の光ファイバEにより多重伝送される二以上の光信号の波長を十分離して（波長間隔を広くして）ビート信号の発生を少なくすること。

■. 光信号の波長を制御するために光源（例えばレーザダイオード：LD）の温度を制御すること。この場合、DFBLD等では1℃に対して0.1nm程度波長が変化する。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明のうち請求項1の光伝送方法は光源からの光を直接強度変調した波長の異なる二以上の光信号を一本の光ファイバにより伝送して一つの受光器で同時に受光する光伝送方法において、その二以上の光信号の最短波長差〔図1（b）の $\omega_0$ と $\omega_1$ の差〕を0.2nm以上、30nm以下の範囲にしたことを特徴とするものである。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】本発明のうち請求項2の光伝送方法は光源からの光を直接強度変調した波長の異なる二以上の光信号を一本の光ファイバにより伝送して一つの受光器で同時に受光する光伝送方法において、その二以上の光信号の最短波長差を0.2nm以上、1nm以下の範囲にしたことを特徴とするものである。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】

【作用】本発明の請求項1、2の光伝送方法では図1の変調器3によって直接変調がかけられた光信号が光源（LD：O/E）2から送出され、光カプラ4を介して光伝送路（光ファイバ）1に送り込まれる。これらの光信号は一つの受光器（PD）5によって同時に検波され、復調器6により復調される。このとき図2（a）の様に光伝送路1で多重伝送される二以上の光信号の波長差（波長 $\lambda_0$ 、 $\lambda_1$ ）に応じたビート信号Jが発生する。発生するビート信号の周波数は次式（1）に示す論理によって決定される。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正内容】

【0016】また、波長間隔の設定をLD部分の温度制御により行なう場合でも、波長の異なる二以上の光信号の波長差の上限を1nmとすることにより、LDの出力及びバイアス電流を通常状態と殆ど変わらない状態で使用することができる。従って、波長の異なる二以上の光信号の最短波長差を0.2nm以上、1nm以下の範囲にした本発明では、LDを通常状態で使用することができ、電気信号の伝送品質の劣化が抑制される。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正内容】

【0020】

【実施例1】本発明の光伝送方法の一実施例を図1～図5に基づいて詳細に説明する。本発明は図1に示す様に端局の複数の光源（E/O変換器：例えばLD）2から送信される光信号（例えば映像信号）を端局の変調器3により直接強度変調し、光カプラ4を介して一本の光伝送路（光ファイバ）1に送り込んで多重伝送し、その光信号をセンタの一つの受光器5により同時に検波してから二以上に分配し、それらをチューナ6により復調してモニタテレビ7で受像できるようにしてある。この場合、変調器3の変調用の電気信号の周波数は上限2.5GHzとしてある。

フロントページの続き

(72)発明者 篠田 雪久

東京都中央区入船1丁目4番10号 東京電力株式会社システム研究所内

(72)発明者 須藤 茂男

東京都中央区入船1丁目4番10号 東京電力株式会社システム研究所内